

Ильин А.С., аспирант
Научный руководитель Шипицын В.В., д-р техн. наук

ОЦЕНКА ЛИДЕРНОГО КАНАЛА В ЭЛЕГАЗЕ

В ГУП «Всероссийский электротехнический институт им. В. И. Ленина» (Москва) были проведены уникальные исследования механизма лидерного разряда в элегазе (SF_6), основанные на использовании альтернативных методов регистрации положительного импульсного разряда в элегазе с одновременной записью предразрядного тока.

Полученные экспериментальные данные по скорости, току, напряжению, размерам лидера позволяют провести несколько оценок (оценки достаточно грубые и могут быть приняты в первом приближении) состояния вещества в канале лидера. Скорость развития лидера составляет около $20 \cdot 10^3$ м/с, средний ток и длительность импульса тока около $3 \cdot 10^{-3}$ А и $12 \cdot 10^{-9}$ с, соответственно, средний радиус канала около 10^{-3} м. Аналогичные данные для стримерных каналов в зоне ионизации можно оценить как $35 \cdot 10^3$ м/с, 10^{-3} А, $35 \cdot 10^{-9}$ с, $8 \cdot 10^{-6}$ м. На основании этих данных плотность тока в лидерном канале составляет около 10^8 А/м², а число электронов – $2 \cdot 10^{24}$ м⁻³. Соответствующие данные для стримерного канала составляют $0,9 \cdot 10^8$ А/м² и $2 \cdot 10^{23}$ м⁻³. Температуру в канале лидера и стримера в грубом приближении можно оценить на основании уравнения теплового баланса, принимая во внимание невозможность развития конвекции за время развития лидера из-за высокой скорости последнего. При плотности элегаза $18,8$ кг/м³, удельной теплоемкости 908 Дж/(кг×К) температура в канале лидера в момент вспышки может составить около $5,9$ К, а в стримерном канале – около $1,75$ К.

Если принять эти оценки, то надо признать, что лидерное образование в элегазе является весьма опасным для элегазовой изоляции, учитывая известные характерные особенности этой среды. В элегазе из-за его более сильной электроотрицательности коэффициент прилипания существенно выше, чем в воздухе. В то же время коэффициенты ионизации отличаются не столь сильно. Для пробоя элегаза имеют значение не только абсолютные значения этих коэффициентов, но и разница между ними. По этой причине условие самостоятельности разряда в элегазе будет выполняться на меньшем расстоянии, чем в воздухе. Следствием этого является то, что пробивное напряжение в элегазе сильно зависит от наличия мест с локальным повышением напряженности поля. В условиях реальных аппаратов такими местами могут являться технологические дефекты различного происхождения. При зажигании разряда в местах локальных неоднородностей возможно возникновение высокопроводящего ионизированного лидерного канала, который сам представляет собой сильную неоднородность, способную продвигаться к противоположному электроду с высокой скоростью в очень слабом внешнем поле.